



III-127 - TRATAMENTO CONJUGADO DE ESGOTO DOMÉSTICO E LIXIVIADO EM REATOR UASB

José Raniery Rodrigues Cirne⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB,

Valderi Duarte Leite

Engenheiro Químico. Mestre e Doutor em Saneamento. Professor do DQ/CCT/UEPB

Wilton Silva Lopes

Bacharel em Química Industrial. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente e Doutor em Química. Professor do DQ/CCT/UEPB

Fernanda Patrício do Monte

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela universidade Estadual da Paraíba

Maria Janaina de Oliveira

Graduanda em Química Industrial pela universidade Estadual da Paraíba

Endereço⁽¹⁾: Rua Absalão Emerenciano - Cruzeiro – Paraíba - PB - CEP: 58415-580 Brasil - Tel: (83) 8829-7006 – e-mail: raniery_rodrigues@hotmail.com

RESUMO

O surgimento dos resíduos sólidos se dá pelas diversas atividades humanas, dentre elas a atividade doméstica e industrial. O grande avanço tecnológico e populacional é o causador desses resíduos que são destinados muitas vezes a lugares impróprios ou a lugares que não favorecem tratamento adequado, afetando a paisagem e provocando o surgimento de vetores causadores de doenças e um líquido de nome lixiviado. Este, que é o líquido produzido pela massa orgânica dos resíduos durante o processo de degradação biológica, potencialmente perigoso diante da sua elevada carga orgânica e tóxica, necessitando de tratamento anterior ao seu lançamento em corpo receptor e causa mau odor.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho de um reator UASB no processo de tratamento de lixiviado com esgoto doméstico. O trabalho foi realizado no Laboratório de Saneamento da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgoto Sanitário – EXTRABES, localizado no Bairro do Tambor na cidade de Campina Grande, estado da Paraíba. Para realização da parte experimental do trabalho, foi construído, instalado e monitorado um sistema experimental, constituído basicamente de 01 reator UASB com capacidade de 39,4L. Os parâmetros analíticos monitorados foram: pH, alcalinidade total, ácidos graxos voláteis, sólidos totais e suas frações, DQO e DQO solúvel, DBO5 e nitrogênio amoniacal.

Analisando os dados deste trabalho, pode-se constatar que os valores de pH no material afluente e efluente do reator se mantiveram na faixa entre 6.5 e 8.5, ideal para tratamento biológico durante o processo de monitoramento do sistema experimental. A eficiência média da remoção de DQO durante o período de monitoração foi de 64,2%. E a eficiência média de remoção de sólidos suspensos totais foi de 93,4%.

PALAVRAS-CHAVE: Reator UASB, Esgoto, Lixiviado.

INTRODUÇÃO

A revolução industrial, o aumento da complexidade das sociedades, o crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico, sem dúvida, acrescentaram vários benefícios ao homem e aos grupos sociais. Entretanto, aliado a estas mudanças, ao crescimento populacional e aos novos comportamentos de consumo, tem-se verificado vários efeitos colaterais que desencadeiam problemas de ordem econômica, social e ambiental. Destaca-se neste caso os problemas ambientais, especificamente a geração de resíduos sólidos, um dos principais agentes de degradação do meio ambiente e de redução da qualidade de vida do homem (SANTOS, 2002).

Os resíduos sólidos resultam das diversas atividades humanas, dentre elas a atividade industrial que gera resíduos em quantidades e com características tais que necessitam de disposição final adequada. Por apresentarem riscos de poluição ambiental e de saúde pública, esta disposição final deve ocorrer em aterros sanitários industriais, obras de engenharia preparadas para o tratamento e disposição final destes resíduos de forma a gerar o mínimo impacto sobre o ambiente e a saúde humana (FLOHR, 2005).



O lixo quando não disposto e tratado convenientemente, terminam por poluir o solo, o ar e a água, contribuindo para proliferação de vetores e doenças. Baseado nas informações da literatura disponível sobre resíduos sólidos urbanos, pode-se destacar os maiores impactos causados pela disposição de resíduos em aterros. No Brasil, esse problema tem sido pouco relevado e por isso pouco conhecido e de pouca importância para os administradores públicos, para os segmentos empresariais e, conseqüentemente para a sociedade como um todo. Por tanto, conclui-se que os resíduos são um dos principais impactos ambientais negativos responsáveis pela contaminação de grande parte do solo, do ar e particularmente dos recursos hídricos existentes no país (SANTOS, 2002).

Um sério problema que ocorre nos aterros sanitários é a formação de lixiviado, que é o líquido produzido pela massa orgânica do lixo durante o processo de degradação biológica. Este líquido em contato com a água da chuva, que percola a massa do aterro, gera o lixiviado, tóxico, com valores elevados de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio), traços de metais dissolvidos e amônia. No Brasil, o lixiviado é coletado nos aterros sanitários e transportado, em caminhões pipa, para Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), onde é submetido à degradação microbiológica. Após isso, o lixiviado é lançado, juntamente com o esgoto tratado em águas superficiais (FILHO, 2000).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os resíduos líquidos utilizados como substrato a ser tratados correspondia a uma mistura de esgoto sanitário e lixiviado. Este, provindo do aterro sanitário da cidade metropolitana de João Pessoa-PB. O presente relatório enfoca o tratamento da mistura combinada de lixiviado e esgoto sanitário em reator UASB, numa proporção de 1% de lixiviado para 99% de esgoto sanitário. Logo, foi construído, instalado e monitorado um sistema experimental, constituído basicamente de 01 reator UASB com capacidade unitária de 39,2L.

O trabalho foi realizado nas dependências físicas do Laboratório de Saneamento da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgoto Sanitário - EXTRABES, localizado no Bairro do Tambor na cidade de Campina Grande, estado da Paraíba.

Na tabela 1 são apresentados as características físicas e parâmetros operacionais do reator UASB.

Tabela 1 – Características físicas e parâmetros operacionais do reator UASB

Altura	1,20 m
Diâmetro	0,20 m
Volume	39,2 L
Vazão	130 L/dia ou 90,2 ml/min
Tempo de Detenção Hidráulica	12 h
Carga Orgânica Volumétrica	2 gDQO/L.dia

FUNCIONAMENTO DO SISTEMA EXPERIMENTAL

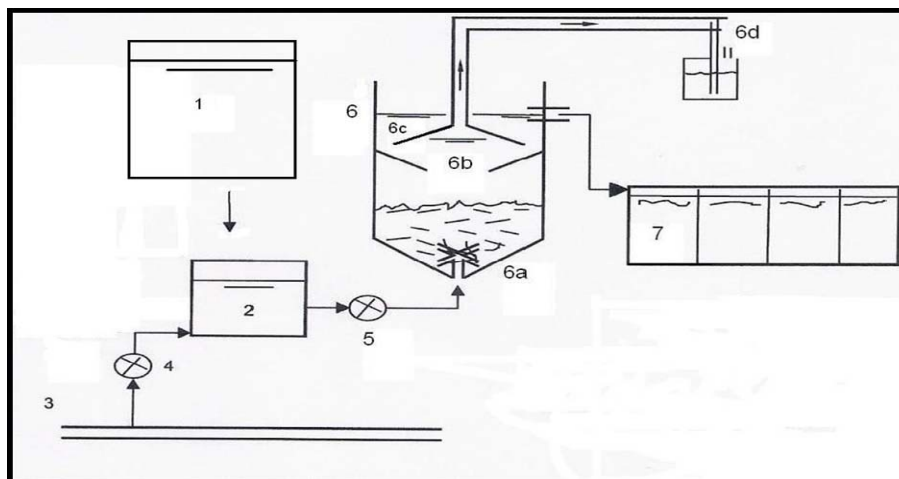


Figura 1 – Reator UASB

A operação do sistema inicia-se com a preparação do substrato para alimentação do reator UASB. A preparação da mistura realiza-se no reservatório (ponto 2), o qual consiste em um reservatório de 150 L. Com o auxílio de uma escala graduada no próprio reservatório assegura-se a leitura dos volumes da mistura de esgoto e lixiviado gasto diariamente. A homogeneização dos resíduos líquidos é realizada manualmente. O esgoto sanitário adicionado no tanque de alimentação provém do emissário da rede de esgotamento sanitário (ponto 3) sendo transportado através de uma bomba (ponto 4). O lixiviado acrescentado no tanque de alimentação (ponto 1) é transportado ao ponto 2 através de baldes plásticos.

Após a preparação da mistura, é bombeado através de uma bomba peristáltica a mistura para a entrada do reator UASB. A vazão é fixada por um dispositivo de controle da velocidade do fluxo, sendo monitorada diariamente e ajustada manualmente.

O reator UASB (ponto 6) foi construído em forma cilíndrica utilizando um tubo PVC adaptado, com uma altura de 1,20 m e 0,20 m de diâmetro, totalizando um volume útil de 39,2 L. No interior do reator foi instalado um distribuidor do fluxo de entrada e um separador de fases. O distribuidor do fluxo (ponto 6a) contém quatro pontos de lançamento de fluxo em diferentes direções a fim de evitar zonas mortas. O separador de fases permite a separação das fases líquidas, sólidas e gasosas e auxilia na decantação de flocos de lodo. No topo do separador foi instalada uma interface gás-líquido mantida por um selo hidráulico externo (6d).

O fluxo ascendente do reator UASB exercia uma pressão sobre as camadas posteriores forçando o transbordamento do sobrenadante numa quantidade igual ao volume da mistura introduzido. O efluente então desce por gravidade para uma série de lagoas de polimento (ponto 7).

O monitoramento do sistema experimental está sendo realizado no afluente e no efluente do reator UASB. A tabela 2 mostra os parâmetros que estão sendo monitorados, assim como os métodos analíticos empregados.

Tabela 2 - Parâmetros monitorados e métodos analíticos empregados.

Parâmetro analisado	Método empregado
pH	Potenciométrico
Alcalinidade Total	Titulação potenciométrica
AGV	Titulação potenciométrica
DBO₅	Frascos padrão
DQO	Refluxo fechado
ST e suas frações	Gravimétrico
NTK	Micro Kjeldahl
NH₄⁺	Micro Kjeldahl

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados experimentais obtidos são relativos ao processo de bioestabilização da mistura combinada de esgoto doméstico e lixiviado em reator UASB.

Vale salientar que o lixiviado utilizado é bruto e apresenta elevada concentração de seus parâmetros químicos e físicos. Portanto o esgoto foi utilizado para diluir o lixiviado e evitar sobrecargas de alguns parâmetros.

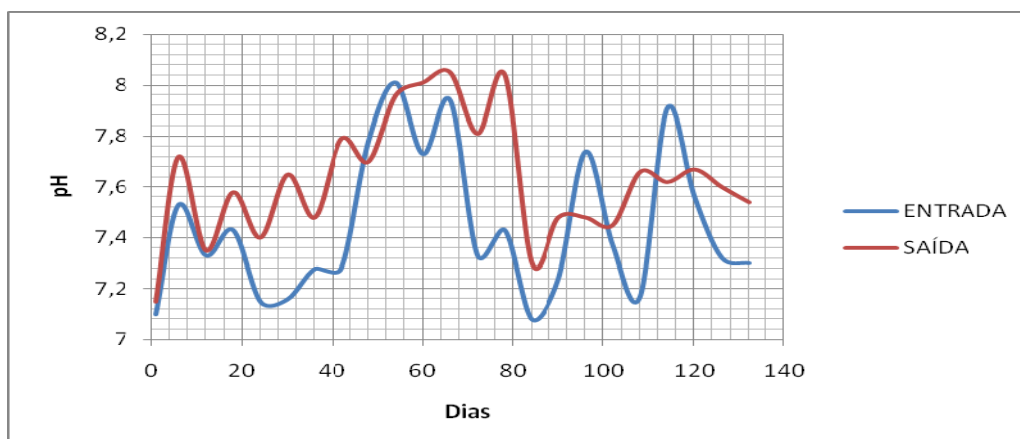


Figura 2 - Tendência do pH nos líquidos afluentes e efluentes do reator.

De acordo com a figura 2 observa-se que após a preparação da mistura o pH do afluente oscilou dentro de uma faixa mais restrita do que a do lixiviado bruto, pelo fato de conter maior quantidade de esgoto doméstico, o pH afluente ao sistema teve valor médio de 7,4, com valor máximo de 8,1 e mínimo de 7,1. O pH do efluente do reator UASB variou entre 7,1 e 8,1, com média de 7,6.

Segundo METCALF e EDDY (2003), o pH ideal para o tratamento biológico deve ser entre 6,5 e 7,5, pois esta faixa de pH torna o meio favorável ao crescimento dos microrganismos degradantes de matéria orgânica e ao mesmo tempo favorece as reações químicas e bioquímicas que geralmente ocorrem no processo biológico.

A neutralidade do pH do substrato utilizado se deve a predominância do pH do esgoto doméstico utilizado para a preparação do substrato. Mesmo sendo utilizado lixiviado com características fortemente ácida e elevada concentração de N-NH_4^+ , a diluição com esgoto doméstico atenua as características ácidas do percolato e reduz significativamente a concentração de N-NH_4^+ , tornando o substrato (mistura de percolato + esgoto doméstico) apto de ser tratado em reator UASB, sem que haja possibilidade de riscos potenciais de inibição e toxicidade, acontecendo uma significativa redução de material orgânico no processo de tratamento.

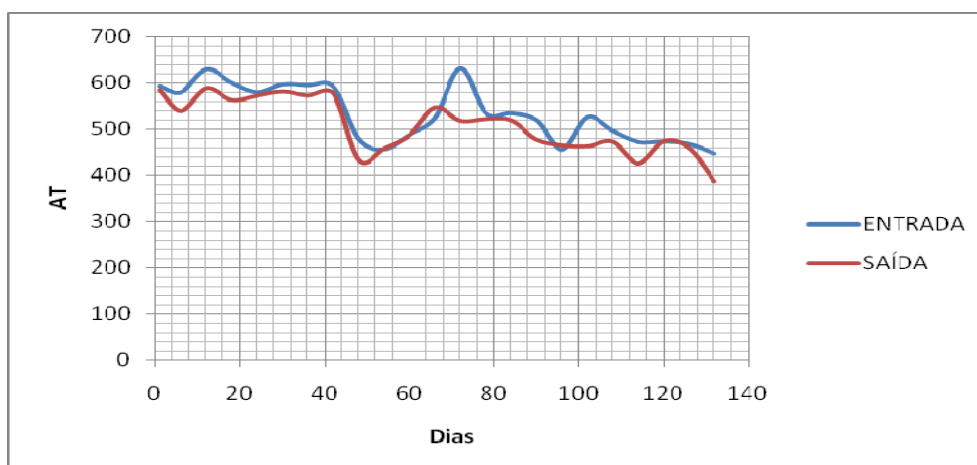


Figura 3 - Tendência da evolução temporal da alcalinidade total nos líquidos afluentes e efluentes do reator UASB.



Na figura 3 observa-se que não houve tamanha variação no afluente do reator, culminando com um valor médio de $534 \text{ mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$. Nos líquidos efluentes, nota-se que a média da alcalinidade total foi respectivamente de $508 \text{ mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$.

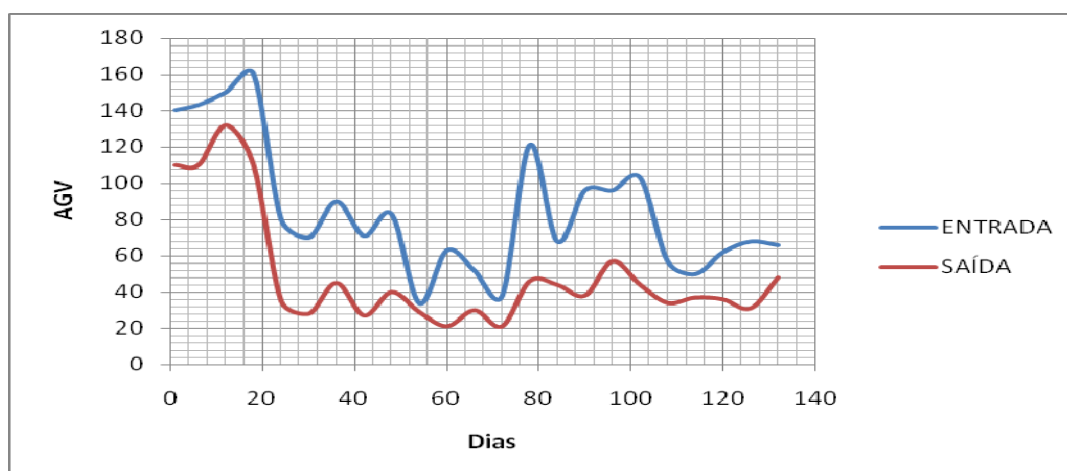


Figura 4 - Tendência da evolução temporal de ácidos graxos voláteis nos líquidos afluentes e efluentes do reator UASB.

Analisando as curvas apresentadas na figura 4, observa-se que houve um aumento nas concentrações de ácidos graxos voláteis no afluente, sendo de $34 \text{ CH}_3\text{COOH}\cdot\text{L}^{-1}$ a $160 \text{ CH}_3\text{COOH}\cdot\text{L}^{-1}$. A concentração de AGV nos líquidos efluentes oscilou numa faixa de $21 \text{ CH}_3\text{COOH}\cdot\text{L}^{-1}$ a $132 \text{ CH}_3\text{COOH}\cdot\text{L}^{-1}$. A redução de 42% na quantidade de ácidos graxos voláteis no material efluente indicou que houve o consumo dos ácidos durante o processo de biodegradação da matéria orgânica.

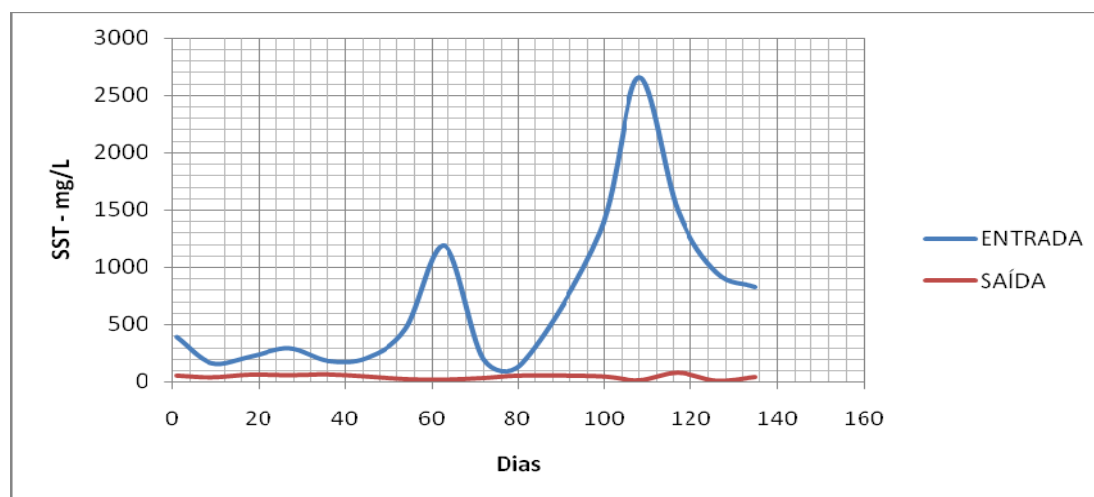


Figura 5 – Tendência da evolução temporal de Sólidos Suspensos Totais nos líquidos afluentes e efluentes do reator UASB.

Observando o comportamento da figura 5, nota-se que a remoção dos sólidos suspensos totais foi de 93,4%. A remoção dos sólidos suspensos, tendem a melhorar ou a piorar em função da quantidade da massa de lodo, na qual funciona como um “lençol” retendo os sólidos em suspensão. A ilustração mostra que ocorre uma variação dos SST, sendo o líquido afluente em torno de $716 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, e o líquido efluente em média, $47 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

A remoção dos sólidos suspensos que não podem ser retidos através da sedimentação por gravidade, tendem a melhorar ou a piorar em função da quantidade da massa de lodo. A massa de lodo tende a funcionar como um “lençol” retendo os sólidos suspensos (LIMA, 2002).

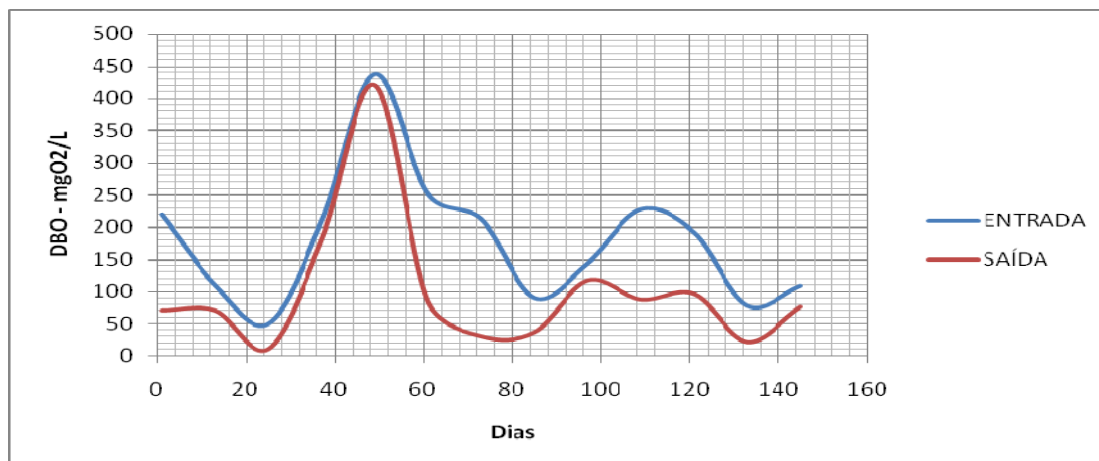


Figura 6 - Tendência da evolução temporal da demanda bioquímica de oxigênio nos líquidos afluentes e efluentes do reator UASB.

Observando a figura 6, nota-se que a demanda bioquímica de oxigênio no substrato afluente do reator UASB, variou de 50 mgO₂/L a 438 mgO₂/L. No líquido efluente, pode-se constatar que a concentração de DBO₅ variou entre 10 mgO₂/L e 420 mgO₂/L. A eficiência de remoção de DBO₅ foi de 44,4%. Verifica-se que não se teve uma eficiência de remoção de DBO satisfatória.

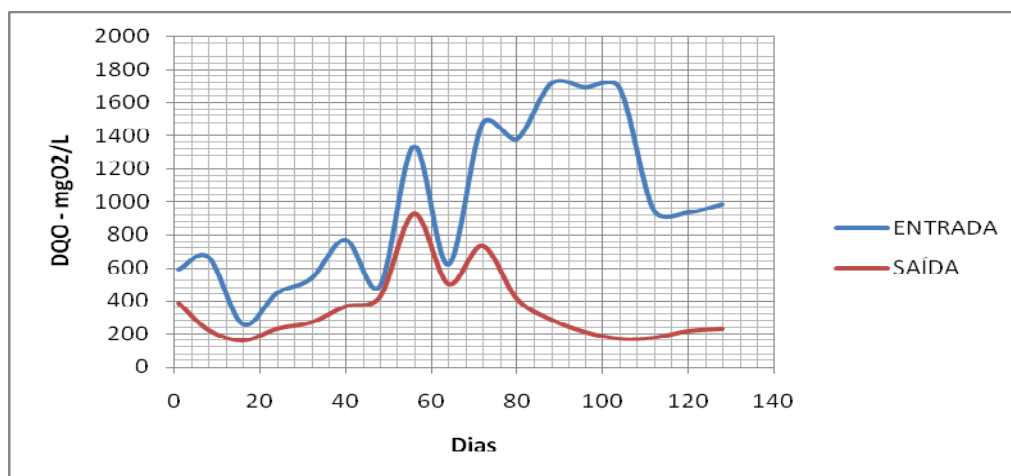


Figura 7 - Tendência da evolução temporal da demanda química de oxigênio nos líquidos afluentes e efluentes do reator UASB.

De acordo com a figura 7, observa-se que mesmo ocorrendo acentuadas variações nas concentrações de DQO afluente, de 262 mg.L⁻¹ a 1711 mg.L⁻¹, o reator manteve-se em estabilidade operacional. O valor médio de DQO afluente foi de 972 mg.L⁻¹ e a DQO do efluente do reator situa-se em média em torno de 347 mg.L⁻¹.

Segundo Metcalf e Eddy (1992) o valor médio para a DQO de esgotos sanitários é 600mgO₂.L⁻¹, a discrepância entre este valor e os altos valores obtidos no material afluente do reator podem ser explicados pela característica do esgoto bruto utilizado na mistura, que tendia a ser muito concentrado dependendo de fatores climáticos.

A remoção média de DQO que obtivemos foi de 64,2%.



CONCLUSÕES

Com base nos dados pode-se afirmar que o tratamento conjugado de águas residuárias e lixiviado em reator UASB seguido de um pós tratamento em lagoas de estabilização é uma alternativa viável, visto que a implantação e o monitoramento desse tipo de sistema não requer grande investimento.

O pH manteve-se numa faixa entre 6,5 e 8,1, pois esta faixa de pH torna o meio favorável ao crescimento dos microrganismos degradantes de matéria orgânica e ao mesmo tempo favorece as reações químicas e bioquímicas que geralmente ocorrem no processo biológico.

A eficiência média da remoção de DQO durante o período de monitoração foi de 64,2%.

Obteve-se uma eficiência de remoção de 93,4% dos sólidos suspensos totais.

O reator UASB tratando uma mistura de lixiviado e esgoto doméstico apresentou um efluente com características físicas e bacteriológicas satisfatórias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19th edition. Public Health Association Inc., New York. 1995.
2. FILHO, I. N., MUHLEN, C. V., CARAMÃO, B. **Estudo de compostos orgânicos em lixiviado de aterros sanitários por EFS e CG/EM**. Instituto de química. Porto Alegre – RS, 2000.
3. FLOHR, L., BRENTANO, D. M., PINTO, C. R. S. C., MACHADO, V. G., MATIAS, W. G. **Classificação de resíduos sólidos industriais com base em testes ecotoxicológicos utilizando *Daphnia magna*: uma alternativa**. Laboratório de Toxicologia Ambiental – Centro Tecnológico, Florianópolis – SC, 2005.
4. LIMA, M. C. S.; LEITE, V. D.; PRASAD, S.; LOPES, W. S.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B. **Tratamento biológico conjugado de percolado e esgoto sanitário em reator UASB**. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.
5. METCALF & EDDY.. **Wastewater engineering; treatment and reuse**. 4. Ed. New York: McGraw-Hill, 2003, 1820p.
6. METCALF E EDDY. **Wastewater engineering; treatment disposal reuse**, 3th ed. New York, Mc Graw Hill (1992).